



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 15 376 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**E 06 B 9/08**  
E 06 B 9/58  
E 06 B 9/15

21 Aktenzeichen: 199 15 376.0  
22 Anmeldetag: 6. 4. 1999  
43 Offenlegungstag: 12. 10. 2000

DE 199 15 376 A 1

71 Anmelder:  
EFAFLEX Tor- und Sicherheitssysteme GmbH & Co.  
KG, 84079 Bruckberg, DE

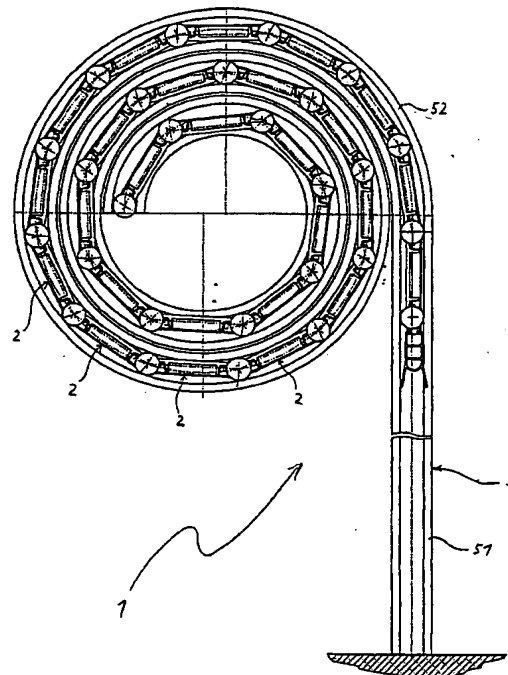
74 Vertreter:  
Kuhnen & Wacker Patentanwalts-gesellschaft mbH,  
85354 Freising

72 Erfinder:  
Rejc, Gabrijel, 84036 Landshut, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Industrietor

57 Die Erfindung schafft ein schnellaufendes Industrietor (1) mit einem Torblatt in Form eines Lamellenpanzers, bei dem die Lamellen (2) in seitlichen Führungen (5) geführt werden, welche im Torsturz einen Spiralabschnitt (52) mit einer stetig gebogenen Spiralform aufweisen. Die Lamellen (2) sind dabei aus einem Material mit einer Biegesteifigkeit kleiner  $1500 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  ausgebildet. Erfindungsgemäß hat sich hierbei überraschend gezeigt, daß ein derart biegeweiches Material im Zusammenwirken mit der speziellen Spiralform des Spiralabschnittes (52) geeignet ist, um besonders hohe Geschwindigkeiten beim Öffnen und Schließen des Industrietores zuzulassen. Zudem ist ein geräusch- und energiearmer Betrieb des Industrietores (1) möglich, wobei aufgrund der biegeweichen Ausgestaltung der Lamellen (2) eine geringe Beschädigungsanfälligkeit erzielt wird. Daher kann ein vollwertiger Abschluß der Toröffnung bereitgestellt werden.



DE 199 15 376 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung geht von einem schnellaufenden Industrietor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aus.

- Allgemein bekannt sind übliche Rolltore, die nach dem Rolladenprinzip mit einem Behang aus Lamellen und oberer Wickelwelle ausgebildet sind. Diese Rolltore eignen sich als Außenabschluß für Bauwerke z. B. während Betriebsunterbrechungen, werden aber während des Betriebs normalerweise in Öffnungsstellung gehalten, da Öffnungen und Schließbewegungen aufgrund des sehr langsamen Laufs viel Zeit benötigen.

- Aus der Praxis sind auch Schnellauf-Rolltore mit Wicklung des Torblatts oberhalb der Toröffnung bekannt. Hierbei handelt es sich z. B. um Weich-PVC-Tore, bei denen ein Behang aus Weich-PVC oder einem ähnlichen weichen Kunststoff auf einer Wickelwelle in der üblichen Weise aufgewickelt ist und für den Abschluß der Toröffnung abgewickelt werden kann. Die Windungen des Torblatts bzw. Torbehangs liegen hier wie bei konventionellen Rolltoren in der Wicklung aufeinander, so daß sie entsprechend verkratzen und verschmutzen, was vermieden werden soll. Der Behang aus dickem Weich-Kunststoff ist mit seinen Seitenrändern in wandseitigen Führungen gehalten und an seiner Unterseite mit einem querverlaufenden Aluminiumschild mit darunter befestigter Gummi-Kontaktleiste abgeschlossen. Die Seitenränder des Behanges werden bei Windkräften durch Knöpfe in den vertikalen Führungen gehalten, aus denen der Behang sonst herausrutschen könnte. Größere Windkräfte führen aufgrund der Dehnung des Materials zum Ausbeulen im Mittelbereich des Behanges, wobei die Windsicherungsknöpfe dabei die vertikalen Führungen der Toröffnung verlassen können. Das Wiedereinführen der Windsicherungsknöpfe gestaltet sich dabei in der Regel problematisch, und es können Beschädigungen am Behang auftreten.

- Der Aluminiumschild liegt zudem im kollisionsgefährdeten Bereich und wird somit bei auftretenden Kollisionen schnell bleibend verformt, so daß eine Auswechslung erforderlich ist. Um diesem Problem zu entgegnen, beschreibt die DE 43 13 063 C2 der Anmelderin ein Rolltor mit flexiblem Behang, bei dem als Abschluß am unteren Rand des Behangs ein Schild aus Polycarbonat angeordnet ist. Damit läßt sich ein Herausspringen des Schildes bzw. eine Beschädigung desselben bei einer Kollision besser vermeiden; ein Austreten des Behangs aus den seitlichen Führungen z. B. während der Schließbewegung des Rolltores und aufgrund von Windkräften kann dagegen weiterhin nicht ausgeschlossen werden. Derartige Rolltore eignen sich daher nur begrenzt als Außenabschluß für Bauwerke.

- Weiter sind aus den deutschen Patentanmeldungen DE 40 15 214 A, DE 40 15 215 A und DE 40 15 216 A schnellaufende Industrietore der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung bekannt, welche sich in der Praxis bestens bewährt und gegenüber üblichen Rolltoren durchgesetzt haben. Während bei herkömmlichen Rolltoren die Lamellen des Torblatts an einer oberen Wickelwelle befestigt sind und unmittelbar aufeinander aufgewickelt werden, laufen die Lamellen des Torblatts eines derartigen Schnellauf-Spiraltors mit seitlichen Rollen in Führungsschienen. Diese sind am oberen Ende der Toröffnung ähnlich wie bei einem Sektionaltor, jedoch mit geringerem Durchmesser, zur Torinnenseite in einen geraden Führungsabschnitt umgelenkt, nach einer erneuten Umlenkung um 180 Grad nach unten wieder geradlinig zurückgeführt und gegebenenfalls dann erneut nach einer Umlenkung um 180 Grad nach oben wieder nach hinten geführt. Dadurch entsteht ein langgestreckter Wickel, bei dem jedoch die Lamellen des Torblatts nicht aufeinander aufliegen, sondern im Abstand voneinander mit den Rollen in Führungen geführt sind. Um eine Berührung der Lamellen im Betrieb sicher zu vermeiden, liegen die Führungen im Spiralabschnitt in erheblichem Abstand voneinander. Durch die langgestreckte Ausbildung des Spiralabschnitts wird dabei eine zu starke Vergrößerung der Bauhöhe im Sturzbereich – allerdings auf Kosten einer Vergrößerung der Bautiefe in das Gebäude hinein – vermieden, da sich hierdurch eine nur geringe Überdeckung der Bahnen, z. B. eine nur dreifache Überdeckung, im Spiralabschnitt ergibt, so daß der große gegenseitige Abstand der Führungen im Überdeckungsbereich sich im Sinne einer Vergrößerung der Bauhöhe nur begrenzt auswirkt.

- Auf diese Weise kann die Laufgeschwindigkeit des Torblatts ganz erheblich, bis auf etwa 1,5 m pro Sekunde erhöht werden. Weiterhin werden Verkratzen und Verschmutzen des Torblatts vermieden, die beim Aufeinanderliegen der Lamellen im Wickel nicht vermeidbar sind und das Torblatt in kurzer Zeit unansehnlich machen.

- Die Schaffung derartiger Schnellauf-Spiraltore hat dem Rolltorprinzip neue Anwendungen eröffnet: Während konventionelle Rolltore mit Wickelwelle aufgrund ihres sehr langsamen Laufs einerseits und der Stabilität des schweren, meist metallenen Torblatts andererseits als stabiler Abschluß der Toröffnung für Ruhezeiten (beispielsweise über Nacht) eingesetzt wurden, und häufig dahinter in derselben Türöffnung PVC-Pendeltore für einen provisorischen Abschluß zwischen Durchfahrten von Fahrzeugen sorgten, werden derartige Schnellauf-Spiraltore nunmehr häufig als Ersatz der beiden vorgenannten Torarten eingesetzt: sie bieten sowohl einen widerstandsfähigen und zuverlässigen Außenabschluß der Toröffnung in Zeiten der Betriebsunterbrechung, als auch eine schnelle Öffnungs- und Schließbewegung für die Durchfahrt von Fahrzeugen während des Betriebs, so daß sie sowohl die Funktion konventioneller Rolltore als auch diejenige des provisorischen Abschlusses etwas durch PVC-Pendeltore übernehmen.

- Damit steigt die Beschädigungsgefahr für das Torblatt derartiger Schnellauf-Spiraltore, da während der Betriebszeiten Fahrzeuge gegen das Torblatt stoßen können, wenn dieses aus irgendwelchen Gründen nicht ordnungsgemäß öffnen sollte. Bei Verwendung von Aluminium-Profillamellen führt ein derartiges Anfahren sehr schnell zu bleibenden Beschädigungen, so daß das Tor repariert werden muß. Außerdem weisen derartige Metall-Lamellen ein relativ hohes Gewicht auf, was zu einem hohen Energieverbrauch für die Öffnungs- und Schließbewegungen führt und insbesondere eine Belastung der Verbindungselemente mit hohen Beschleunigungskräften verursacht.

- Daher wäre es anzustreben, die Lamellen des Torblatts aus einem leichten, relativ weichelastischen und dennoch zugfesten und widerstandsfähigen Material zu fertigen. Die Zugfestigkeit und Widerstandsfähigkeit dient einerseits dem durchbruchsichereren Abschluß der Toröffnung in Zeiten der Betriebsunterbrechung und andererseits der beschädigungsfreien Aufnahme von Windlasten. Solche, bei geschlossenem Torblatt auf dem Torblatt liegende Windlasten führen zu einem Auswölben des Torblatts, bis ein Bund der seitlichen Rollen am zugehörigen wandseitigen Führungsprofil zur Anlage kommt und ein Herausspringen des Torblatts aus der Ebene der Toröffnung trotz der daraufliegenden Windlast sicher verhindert. Die Lamellen liegen dabei in Bogenform in Querrichtung zur Toröffnung vor und sind durch die Windkräfte auf Zug belastet.

Eine solche biegeeweiche Ausbildung der Lamellen ist bei einem gattungsgemäßen Schnellauf-Spiraltor nicht möglich, da dies zu nicht beherrschbaren Schwierigkeiten im Bereich des oberen, berührungsfreien Wickels führen würde: Bereits bei relativ biegesteifen Lamellen beispielsweise aus doppelwandigen Aluminium-Profilstäben ergibt sich bei einer üblichen Torbreite von z. B. rund 3 m eine erhebliche Durchbiegung zwischen den oberen horizontalen Führungsschienen durch das Eigengewicht, so daß, um Berührungen tatsächlich zu vermeiden, die oberen horizontalen Führungsschienen der Spirale in einem erheblichen Abstand voneinander angeordnet werden müssen. 5

Diese statische Betrachtung ist jedoch durch eine dynamische Betrachtung zu ergänzen: Gerade aufgrund der hohen Laufgeschwindigkeit etwa bei der Öffnungsbewegung werden die Lamellen bereits bei der ersten Umlenkung um 90° hohen Fliehkräften ausgesetzt, so daß jede Lamelle nach außen ausbaucht. Beim Übergang in die folgende horizontale Strecke hören diese Fliehkräfte abrupt auf, so daß die Lamellen unterstützt durch die Gewichtskraft zurückschwingen und nach unten federn, sowie anschließend wieder in Richtung nach oben zurückschwingen. Somit laufen die Lamellen in einem undefinierten Schwingungszustand unruhig in die zweite, an der Raumnenseite liegende Umlenkung um 180° ein, wo sie erneut abrupt durch die Zentrifugalkraft nach außen beschleunigt und ausgewölbt werden, und so erneuten, noch stärkeren Schwingungen unterworfen werden. Im Extremfalle befindet sich eine Lamelle beim Eintritt in eine nachfolgende Umlenkung gerade in einer entgegengesetzten Bewegungsrichtung, so daß besonders hohe Reaktionskräfte auf die Bauteile wirken. 10 15

Ferner treten hierbei erhebliche Energieverluste auf, da die Laufrollen beim Übergang in die horizontalen Führungsabschnitte zunächst aufgrund der Fliehkräfte an der Außenseite der Führungsbahn angreifen und anschließend in Anlage an die Innenseite der Führungsbahn zurückschwingen, wodurch eine Richtungsumkehr der Laufrollen-Drehrichtung und damit ein Reibungsverlust auftritt. Dies wirkt sich zudem nachteilig auf die Lebensdauer und Geräuscentwicklung der Anordnung aus. 20

Bei den bislang erreichbaren Laufgeschwindigkeiten von maximal etwa 1,5 m/s werden diese Instabilitäten im Falle relativ starrer Aluminium-Profillamellen gerade noch beherrscht, wobei jedoch auch hier bereits eine sehr erhebliche Geräuscentwicklung auftritt. Auch bei Flutterbewegungen können gegenseitige Berührungen der Lamellen in den horizontalen Bahnen des berührungslosen Wickels infolge des relativ großen Abstands zwischen den Führungen im Überdeckungsbereich der Bahnen im Spiralabschnitt ausgeschlossen werden. Eine weichelastischere Ausbildung der Lamellen würde aber zwangsläufig zu einer Verminderung der zulässigen maximalen Geschwindigkeit führen, da dann die in den Umlenkungen auftretenden Fliehkräfte durch Geschwindigkeitsabsenkung begrenzt werden müssen, um ein völlig unkontrolliertes Flattern der Lamellen mit gegenseitigen Berührungen und Beschädigungen sowie mit hoher Geräuscentwicklung zu vermeiden. 25 30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein schnellaufendes Industrietor der gattungsgemäßen Art so auszugestalten, daß einerseits die Beschädigungsanfälligkeit beim unbeabsichtigten Anfahren drastisch gesenkt und andererseits ohne unzulässig hohe Geräuscentwicklung mit hohen Geschwindigkeiten gefahren werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt dadurch, daß ein gattungsgemäßes Industrietor bereitgestellt wird, bei dem der Spiralabschnitt der Führung eine stetig gebogene Spiralförmigkeit aufweist und die Lamellen aus einem biegeweichen Material mit einer Biegesteifigkeit kleiner  $1500 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  ausgebildet sind. 35

Es hat sich im Rahmen der Erfindung überraschend gezeigt, daß die stetig gebogene Ausbildung der Führungen im Spiralabschnitt unter Vermeidung von geradlinigen Teilen oder gar Wendepunkten dazu führt, daß auf die Lamellen bei ihrem Einlauf in den Wickelbereich ständig gleichsinnig wirkende Fliehkräfte wirken. Diese führen gerade bei hohen Laufgeschwindigkeiten zu einem ständigen Ausbauchen der Lamellen nach außen, vermeiden also Schwingungs- oder gar Flutterbewegungen der Lamellen infolge eines Wechsels zwischen einwirkenden Fliehkräften und einwirkenden Gewichtskräften. Soweit Lamellen dabei bis in die Fläche der außen benachbarten Führungsschienen ausbauchen, ist dies unschädlich, da eine dort etwa befindliche Lamelle infolge der Fliehkraft ebenfalls ausbaucht, und zwar im Zweifel stärker als die innere Lamelle, weil die Fliehkräfte bei größerem Radius entsprechend größer ausfallen. Somit greifen die ausgebauchten Lamellen des Torblatts während der Ein- oder Auslaufbewegung aus dem Wickelbereich gewissermaßen muschelartig ineinander, ohne daß es zu einer Berührungsmöglichkeit käme. Daher ist die erfindungsgemäß auftretende größere, also mehrfache Überdeckung benachbarter Bahnen im Spiralabschnitt, die an sich unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung von Berührungen nachteilig erscheint, dennoch nicht problematisch, da Schwingungen bzw. ein Flattern der Lamellen erfindungsgemäß gerade dann um so sicherer vermeidbar sind, je höher die Laufgeschwindigkeit ist, je deutlicher also die stets nach außen gerichteten geschwindigkeitsabhängigen Fliehkräfte die in wechselnder Richtung einwirkenden geschwindigkeitsunabhängigen Gewichtskräfte übersteigen. 40 45 50

Überdies wird der Grad der Durchbiegung bzw. Ausbauchung der Lamellen unter dem Einfluß der Fliehkräfte dadurch vermindert, daß die miteinander an ihren Rändern verbundenen Lamellen infolge der kontinuierlichen Krümmung der Führungsschienen stets in einem Winkel zueinander stehen und so deutlich erhöhte Formstabilität gegen Ausbauchen erhalten. Dieser Umstand ist wesentlich für den Erfolg der Erfindung vor allem auch aus statischer Sicht: In der Öffnungstellung des Tores liegen infolge der stetigen Krümmung des Spiralabschnitts sämtliche Lamellen im Wickelbereich abgewinkelt zueinander und stützen einander so gegen Durchbiegung ab. Auf diese Weise kann der Abstand zwischen den Spiralwindungen der Führungsbahnen erheblich vermindert werden, so daß sich die Bauhöhe des Wickelbereichs gegenüber der mehr liegenden Anordnung des gattungsgemäßen Stand der Technik überraschend nicht wesentlich, jedenfalls nicht in unzulässiger Weise erhöht. Umgekehrt fällt jedoch der gegebenenfalls weit in den Innenraum ragende Teil des Wickelbereichs der gattungsgemäßen Schnellauf-Spiraltore weg, so daß sich – ganz entgegen der Erwartung – eine in der Tiefe wesentlich kompaktere und in der Höhe, wenn überhaupt, nur wenig vergrößerte Bauweise ergibt. 55 60

Versuche haben bestätigt, daß ein erfindungsgemäßes Schnellauf-Spiraltor gegenüber der gattungsgemäßen Bauweise ganz erheblich leiser und – selbst bei gleichen Gewichten des Torblatts – energiesparender ist. Untersuchungen hierzu haben ergeben, daß beide Phänomene vermutlich überwiegend auf einer erheblichen Reduzierung der Walkarbeit im Wickelbereich eines erfindungsgemäßen Schnellauf-Spiraltors zurückzuführen sind: während bei einem langgestreckten Wickelbereich zunächst eine Walkarbeit an den verbindenden Gummileisten beim Einlaufen in die erste Umlenkung, eine entsprechende Walkarbeit beim Auslauf aus der ersten Umlenkung um 90°, eine erneute Walkarbeit beim Einlauf in 65

die zweite Umlenkung, sowie erneut beim Auslauf aus der zweiten Umlenkung usw. auftritt, was insgesamt eine Biegebewegung der Gummileisten von über  $300^\circ$  erzeugt, erfolgt etwa im Falle einer Kreisspirale nur eine einzige Walkarbeitsspitze am Einlauf in den Wickelbereich und sodann keine merkliche Walkarbeit mehr, weil die Relativstellung der Lamellen im Winkel zueinander zumindest annähernd unverändert im ganzen Wickelbereich aufrechterhalten wird und beispielsweise ca.  $53^\circ$  beträgt. Dies führt zu einer Verminderung des Energieverbrauchs, der im Falle eines Versuchstores bei circa 30% lag.

Eine weitere Verminderung des Energieverbrauchs ergibt sich auch daraus, daß die Laufrollen bedingt durch die Fliehkräfte kontinuierlich an einer Seite der Führungsbahnen zu liegen kommen und somit keine Drehrichtungsumkehr der Laufrollen infolge wechselnder Anlage an den Innen- und Außenseiten der Führungen im Spiralabschnitt erforderlich ist. Dadurch kann zudem der Verschleiß der Laufrollen wesentlich verringert werden, was die Lebensdauer der Anordnung deutlich erhöht.

Dies führt weiterhin zu einer Verminderung der Geräuschentwicklung, da Schwingungs- oder Flatterbewegungen durch die konstante Einwirkung von hohen Fliehkräften unterbunden sind. Insgesamt erfolgt so unter allen Bedingungen ein überraschend geräuscharmer Lauf mit geringem Energieverbrauch. Der Energieverbrauch kann weiter dadurch gesenkt werden, daß bei Verwendung biegeweicher Lamellen aus Kunststoff das Gewicht des Torblatts gering gehalten werden kann, so daß bei gleicher Laufgeschwindigkeit geringere Beschleunigungskräfte auftreten; dies vermindert überdies die Beanspruchung der Verbindungen zwischen den Lamellen, so daß diese ihrerseits leichter ausgeführt werden können und lange Lebensdauer besitzen.

Die Verwendung stetig spiralförmig gebogener Führungen in einem Spiralabschnitt für berührungsfrei im Abschnitt voneinander liegenden Lamellen ist an sich bekannt.

So ist aus der GB 1,172,560 A eine Jalousie oder ein Rolladen aus miteinander verbundenen Lamellen bekannt, welcher beispielsweise für den Abschluß von Rolltreppenzugängen, aber auch von Gebäudeöffnungen verwendet werden kann. Die Lamellen dieses bekannten Rolladens greifen in seitliche Führungen ein und weisen im Inneren der Führungsschienen Laufrollen auf. Der bekannte Rolladen kann von Hand betätigt oder maschinell angetrieben sein, wobei im letzteren Fall ein Kettenrad an den Laufrollen der Jalousien angreift und diese Zahnücke für Zahnücke weiter fördert. Die Form der Führungen im Spiralabschnitt kann in beliebiger Weise den jeweiligen Einbaubedingungen angepaßt werden, so daß sich je nach Einbaufall langgestreckte Spiralabschnitte mit geradlinigen Abschnitten oder kompakt bauende Spiralabschnitte mit annähernd stetig gebogener Spiralform ergeben. Auch das Material der Lamellen ist dem jeweiligen Anwendungsfall frei anzupassen, da im Hinblick auf die auch bei maschinellem Antrieb geringe Laufgeschwindigkeit keine dynamischen Kräfte einwirken und da im Hinblick auf die üblicherweise geringe Lamellenbreite auch statische Kräfte eine untergeordnete Rolle spielen.

Weiter ist aus der DE 37 09 884 A1 ein Industrietor in Form eines Spiraltors mit Lamellenpanzer bekannt, welches in der Offenstellung in einem Spiralabschnitt mit stetig gebogener Spiralform und berührungsfreier Anordnung der Lamellen vorliegt. Hierbei handelt es sich jedoch um ein Schiebe-Spiraltor mit wandseitig stehenden Wickelbereichen und starren Lamellen. Das Problem einer Durchbiegung der Lamellen unter Gewichtskraft tritt somit nicht auf, da der Lamellenpanzer an einer seiner Seiten hängend geführt ist. Aus diesem Grunde ist ein gegenseitiger Abstand der Führungen im Spiralabschnitt zur Vermeidung gegenseitiger Berührungen bei Durchbiegung der Lamellen nicht erforderlich. In Folge der starren Ausführung der Lamellen treten auch unter dynamischen Belastungen keine unzulässigen Verformungen auf.

Eine Anordnung des Spiralabschnitts dieses bekannten Industrietores in den Torsturz liegt bereits deshalb fern, weil damit die wesentliche Eigenschaft eines Schiebe-Rolltores, die gesamte Torhöhe frühzeitig freizugeben, zunichte gemacht würde. Darüber hinaus ist dann anstelle der beidseitigen aufrecht stehenden Spiralabschnitte ein gemeinsamer liegend angeordneter Spiralabschnitt im Bereich des Sturzes vorzusehen, der bei den üblicherweise großen Baubreiten eines solchen Schiebe-Rolltores ganz erhebliche Länge hat. Um für einen solchen Einbaufall gegenseitige Berührungen der Lamellen zu vermeiden, muß daher ein erheblicher Abstand zwischen den Führungen im Spiralabschnitt vorgesehen werden, was zu einer für den Sturzbereich unakzeptablen Bauhöhe des liegend angeordneten Spiralabschnitts führen würde; hierdurch würde die verfügbare Toröffnungshöhe spürbar vermindert und somit einer der grundsätzlichen Vorteile eines Schiebe-Rolltores wieder zunichte gemacht.

Bekannte Spiralabschnitte mit stetig gebogener Spiralform konnten daher keine Hinweise auf die erfindungsgemäße Anwendung dieser Geometrie in Verbindung mit einer biegeweichen Ausbildung der Lamellen geben, um so bei Anwendung bei einem gattungsgemäßen Industrietor die vorstehend geschilderten Vorteile zu erzielen.

Die erfindungsgemäß für die Lamelle aus biegeweichem Material vorgesehene Biegesteifigkeit kleiner  $1500 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  definiert sich als Produkt des Elastizitätsmoduls  $E$  und des Flächenträgheitsmoments  $I$ , wobei  $E$  ein Kennwert für das verwendete Material und  $I$  ein Kennwert für die geometrische Ausgestaltung der Lamelle ist. Die gewünschte Biegesteifigkeit läßt sich somit durch geschickte Einstellung dieser Parameter bereitstellen, wodurch eine Anpassung an verschiedene Torbreiten, Vorbedingungen bezüglich des Materials z. B. hinsichtlich der Schlagzähigkeit etc. möglich ist. In praktischen Versuchen hat sich hierbei ergeben, daß Biegesteifigkeiten unterhalb der oben genannten Grenze besonders für den Gegenstand der Erfindung geeignet sind, d. h. im Zusammenspiel mit der stetig gebogenen Spiralform vorteilhafte Wirkungen erzielen lassen, wie sie oben erläutert sind. Da die geometrische Gestalt zudem in gewissem Maße vorgegeben ist, ergibt sich aufgrund dieser Bedingung weiter, daß das verwendete Material ein Elastizitätsmodul aufweist, welches eine geringe Beschädigungsanfälligkeit des Torblatts bei äußeren Einwirkungen erzielen läßt.

Insgesamt schafft die Erfindung somit erstmals ein Schnellauf-Spiraltor mit einem Torblatt in Form eines Lamellenpanzers, welches durch nochmals stark erhöhte Laufgeschwindigkeit und geringer Beschädigungsanfälligkeit bei dennoch äußerst geräusch- und energiearmem Betrieb als erheblich verbesserter Torabschluß zwischen Fahrzeugdurchfahrten geeignet ist, dabei aber dennoch in Zeiten der Betriebsunterbrechung als vollwertiger, hermetischer und durchbruch-sicherer Abschluß der Toröffnung dienen kann.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche.

Durch die Bereitstellung von Lamellen aus einem Material mit einer Biegesteifigkeit von weniger als  $1000 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ , vorzugsweise kleiner  $500 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  und insbesondere kleiner  $200 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  lassen sich erfindungsgemäß auch Materialien mit

noch geringerem Elastizitätsmodul von z. B. weniger als 40000 N/mm<sup>2</sup> und insbesondere weniger als 10000 N/mm<sup>2</sup> verwenden, wodurch die Gefahr einer bleibenden Verformung oder gar eines Bruchs der Lamellen z. B. bei einem unbeabsichtigten Anfahren etc. weiter reduzierbar ist. Gleichzeitig zeichnen sich derartige Lamellen weiter dadurch aus, daß sie im Zusammenwirken mit der stetig gebogenen Spiralförmigkeit verbesserte dynamische Eigenschaften zeigen. Zudem läßt sich das Verhalten des Torblatts je nach Torbreite mit den angegebenen Biegesteifigkeiten gezielt einstellen.

Ferner ermöglicht die erfindungsgemäße Materialwahl für die Lamellen mit einer Dichte von  $\leq 2 \text{ g/cm}^3$  eine deutliche Reduzierung der bewegten Massen, wodurch die Fliehkräfte wesentlich verringert werden können. Zudem weisen die Lamellen dann ein relativ geringes Eigengewicht auf, wodurch die Durchbiegung der Lamellen im oberen Wickel auch im Ruhezustand geringer ausfällt. Daher können die Führungsschienen noch näher zueinander angeordnet werden. Dies ermöglicht eine weitere Verminderung des Raumbedarfs im Torsturz.

Versuche mit weichelastischen Kunststofflamellen aus PC, PMMA, PVC oder einer Kombination aus beiden Materialien mit vorzugsweise einwandigem Profil haben ergeben, daß hierdurch neben einer drastischen Verminderung der Beschädigungsanfälligkeit gegenüber Aluminium-Profil-Lamellen eine Gewichtsersparnis von 40% und mehr erreicht werden kann. Dabei ergaben sich selbst bei Laufgeschwindigkeiten von bis zu 3 m/s, also um 100% über der maximalen Laufgeschwindigkeit der bekannten Bauart von Schnellauf-Spiralrollen, keinerlei Probleme mit Flatterbewegungen oder einer Geräuschentwicklung im Wickelbereich.

Ferner vermindert eine gut biegsame, flexible Ausbildung der Lamellen beispielsweise aus derartigen Materialien deren Neigung zu bleibenden Beschädigungen bei leichtem Anfahren noch weiter, da die bei einem Aufprall betroffenen Lamellen besser nachgeben können. Auf diese Weise kann eine nicht unerhebliche Eindringtiefe z. B. eines Fahrzeugteiles in die Torblattebene zugelassen werden, ohne daß bleibende Verformungen zurückbleiben.

Von weiterem Vorteil ist es, wenn wenigstens einige der Lamellen transparent ausgebildet sind. Damit wird es möglich, den Raum hinter der Toröffnung auch bei geschlossenem Tor einzusehen, wodurch z. B. etwaiger Gegenverkehr wahrgenommen werden kann. Da die Lamellen erfindungsgemäß im Wickel berührungsfrei vorliegen, kann zudem ein Verkratzen der Lamellenoberflächen im wesentlichen ausgeschlossen werden, wodurch die Transparenz dauerhaft erhalten wird.

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der Figuren der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine vereinfachte Seitenansicht des erfindungsgemäßen Industrietors;

Fig. 2 eine teilweise im Schnitt gehaltene Vorderansicht des erfindungsgemäßen Industrietors;

Fig. 3 eine Draufsicht auf das in Fig. 2 dargestellte Industrietor;

Fig. 4 eine Detailansicht der abgewinkelten Lamellen

Fig. 5 den Querschnitt einer einwandigen Lamelle;

Fig. 6 den Querschnitt einer doppelwandigen Lamelle;

Fig. 7 ein Spannungs-Dehnungs-Diagramm zum Vergleich der Kennwerte verschiedener Werkstoffe;

Fig. 8 ein Biegesteifigkeits-Durchbiegungs-Diagramm zum Vergleich unterschiedlicher Werkstoffe und einwandiger und doppelwandiger Lamellen; und

Fig. 9 eine Darstellung zur theoretischen Erläuterung der Biegesteifigkeit.

Gemäß der Darstellung in den Fig. 1 bis 3 weist ein Industrietor 1 ein die Toröffnung abdeckendes Torblatt auf, welches aus einer Vielzahl von abwinkelbar miteinander verbundenen Lamellen 2 gebildet wird. Die Lamellen 2 sind hierbei horizontal über die Toröffnung verlaufend angeordnet und an ihren seitlichen Rändern mittels Scharnierbändern 3 gelenkig miteinander verbunden. Die Scharnierglieder jedes Scharnierbandes 3 sind über hier nicht in näherem Detail dargestellte Scharnierzapfen gegeneinander abwinkelbar. Ferner sind mit Haltebünden versehene Laufrollen 4 koaxial zu den Scharnierzapfen angeordnet und greifen in Führungen 5 ein, welche beiden Seiten der Toröffnung in Zargen 6 angeordnet sind. Dabei ist ein einfacher Austausch von einzelnen Lamellen möglich, da diese an die Scharnierbänder 3 angefügt sind und selbst keine Kräfte aufnehmen, da die Hubbewegung direkt über die Scharnierbänder eingeleitet wird.

Dieser prinzipielle Aufbau des Torblatts und der Führung ist insbesondere aus den eingangs genannten Deutschen Patentanmeldungen DE 40 15 214 A, DE 40 15 215 A und DE 40 15 216 A bekannt, so daß hier auf weitere detaillierte Ausführungen verzichtet wird.

Jede der Führungen 5 weist einen Vertikalabschnitt 51 im Bereich der Zarge 6 der Toröffnung und einen Spiralabschnitt 52 im Sturzbereich der Toröffnung auf, wie am besten aus Fig. 1 ersichtlich ist. Das aus der Vielzahl der Lamellen 2 gebildete Torblatt ist bei geöffnetem Tor 1, wie es in Fig. 1 dargestellt ist, in den Spiralabschnitt 52 der Führung 5 eingefahren. Der Antrieb des Tores 1 erfolgt hierbei über einen hier nicht dargestellten Motor. Wie in Fig. 1 zudem erkennbar ist, liegen die Lamellen 2 des Torblatts im Spiralabschnitt 52 berührungsfrei zueinander vor. Ferner greifen die Lamellen 2 zumindest im Spiralabschnitt 52 nicht in die Führungen 5 ein.

Der Spiralabschnitt 52 weist hierbei näherungsweise eine stetig gebogene Spiralförmigkeit auf, welche ohne geradlinige Teilstücke oder Wendepunkte ausgebildet ist. Um das Ideal einer Kreisspirale fertigungstechnisch umsetzen zu können, werden in dieser Ausführungsform Viertel- oder Halbkreis-Führungssegmente aneinandergereiht, deren Radien so bemessen sind, daß sich eine Spirale ergibt, bei der angenähert eine stetig gebogene Form erzielt wird. Je nach Materialwahl und Fertigungsmöglichkeiten kann jedoch auch eine kontinuierliche, einstückige Fertigung der Führungsschienen erfolgen. Das Einfahren des Torblatts in den spiralförmigen Wickelbereich erfolgt daher unter gleichsinnig wirkenden und vorzugsweise im Betrag im wesentlichen gleichbleibenden, jedenfalls keinen abrupten Schwankungen unterworfenen Fliehkräften. Ein eventuelles Ausbauchen der einzelnen Lamellen 2 unter Einwirkung der Fliehkräfte im Bereich zwischen den Führungen 5 ist ferner unschädlich, da die jeweils außenliegende Lamelle aufgrund des größeren Radius stärker als die innere Lamelle 2 von der Fliehkraft beaufschlagt wird. Eine gegenseitige Berührung der Lamellen 2 kann daher sowohl im ruhenden als auch im bewegten Zustand vermieden werden.

Wie aus Fig. 4 im näheren Detail erkennbar ist, stabilisieren sich die gegeneinander abgewinkelten Lamellen 2 im Spiralabschnitt 52 zudem über die dazwischen als Verbindungselement angeordneten Gummileisten gegenseitig, so daß auch hierdurch das Ausbauchen jeder einzelnen Lamelle 2 z. B. unter der Einwirkung von Fliehkräften begrenzt ist.

# DE 199 15 376 A 1

Auch im statischen Lastfall mindert diese Ausrichtung der Lamellen im Spiralbereich 52 das Maß der Durchbiegung unter dem Eigengewicht.

In Fig. 5 ist eine einwandige Lamelle 2 im Querschnitt gezeigt. Sie besteht aus einem Werkstoff mit niedrigem Elastizitätsmodul, wobei bevorzugt PMMA oder PVC bzw. eine Kombination aus beiden angewendet wird. Beidseitige Endabschnitte 21 der Lamelle 2 dienen ferner zur Aufnahme der hier nicht dargestellten Gummileisten, mittels denen die einzelnen Lamellen 2 dichtend, jedoch abwinkelbar miteinander verbunden sind. Jede Lamelle 2 weist zudem hier nicht dargestellte Durchgangslöcher auf, mittels denen sie am Scharnierband 3 montiert wird. Diese einwandige Lamelle 2 weist ein Flächenträgheitsmoment  $I_y$  von 22000 mm<sup>4</sup> auf.

Eine doppelwandige Lamelle 2' ist in Fig. 6 dargestellt. Diese ist hinsichtlich ihrer Funktionsmaße entsprechend der einwandigen Lamelle 2 ausgebildet und gegen diese austauschbar. Sie weist ein Flächenträgheitsmoment  $I_y$  von 35800 mm<sup>4</sup> auf.

In Fig. 7 ist ein Spannungs-Dehnungs-Diagramm angegeben, welches das elastische Verhalten verschiedener Materialien verdeutlicht. Insbesondere im Vergleich zu Stahl ist erkennbar, daß Aluminium und vor allem PMMA und PVC wesentlich größere Verformungen hinnehmen können, bevor es zu einer plastischen Verformung bzw. einem Erreichen der Streckgrenze kommt.

In der nachfolgenden Tabelle und in Fig. 8 sind Materialkennwerte verschiedener Werkstoffe und das Durchbiegungsverhalten von verschiedenen Lamellenausführungen erläutert:

	Einheit	Stahl	Aluminium	GFK	PMMA	PVC
Elastizitätsmodul (DIN 53457)	N/mm <sup>2</sup>	210.000	70.000	38000	3.300	2.000
Dichte (DIN 53479)	g/cm <sup>3</sup>	7,87	2,70	2,0	1,18	1,25
Biegesteifigkeit E*I						
einwandig	N·m <sup>2</sup>	4620	1540	836	72,6	44
doppelwandig	N·m <sup>2</sup>	7518	2506	1360,4	118,14	71,6
Durchbiegung bei einer Lamelle mit Länge 3000 mm						
einwandig	mm	6,09	18,26	33,64	387,40	639,20
doppelwandig	mm	3,74	11,22	20,67	238,07	392,81
Durchbiegung bei einer Lamelle mit Länge 6000 mm						
einwandig	mm	48,70	146,10	269,14	3099,17	5113,64
doppelwandig	mm	29,93	89,78	165,39	1904,52	3142,46
Durchbiegung bei einer Lamelle mit Länge 8000 mm						
einwandig	mm	115,44	346,32	637,96	7346,19	12121,21
doppelwandig	mm	70,94	212,82	392,04	4514,42	7448,79

wobei eine Biegekräft  $F = 50$  N zugrunde gelegt wurde.

In Fig. 8 ist ein Biegesteifigkeits-Durchbiegungs-Diagramm gezeigt, in welchem einige der obigen Tabellenwerte graphisch wiedergegeben sind. Die Kennlinie a) steht hierbei für eine einwandige Lamelle mit einer Länge von 3000 mm, während die Kennlinie b) eine doppelwandige Lamelle dieser Länge beschreibt. Die Kennlinie c) steht für eine einwandige Lamelle mit einer Länge von 6000 mm, während die Kennlinie d) eine doppelwandige Lamelle dieser Länge beschreibt.

Das Durchbiegungsverhalten steht dabei in der folgenden und in Fig. 9 illustrierten Weise mit der Biegesteifigkeit in Zusammenhang:

$$f_m = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$$

Die in dieser Gleichung verwendeten Größen haben die folgende Bedeutung:

$f_m$  maximale Durchbiegung in mm

$F$  Biegekräft in N

$l$  Länge des Stabes in mm

$E$  Elastizitätsmodul in N/m<sup>2</sup>

$I_y$  äquatoriales Flächenträgheitsmoment des Querschnittes in mm<sup>4</sup>.

Hieraus ergibt sich für die Biegesteifigkeit folgender Zusammenhang:

$$E * I_y = \frac{F * l^3}{48 * f_m}$$

Die Biegesteifigkeit ist somit ein Maß sowohl für das verwendete Material als auch die Geometrie der Lamelle, wobei gilt:

$$E * I_y \sim l^3$$

Geht man von einer konstant angenommenen Biegekraft  $F$  und einer vorgegebenen Maximaldurchbiegung  $f_m$  aus, so verändert sich die Biegesteifigkeit also in der dritten Potenz zu einer Veränderung der Länge des Stabes bzw. der Lamelle. Hier hat sich aus praktischen Versuchen ergeben, daß sich eine Biegesteifigkeit von ca.  $1500 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  für alle gängigen Torbreiten bis zu 8 m eignet und im Zusammenwirken mit der stetig gebogenen Spiralforn besonders vorteilhaft ist.

Die bevorzugte Biegesteifigkeit für die jeweilige Torbreite läßt sich daher aus diesem Zusammenhang herleiten und kann bei geringen Torbreiten auch wesentlich geringer sein. Weitere Faktoren für die Bemessung der Biegesteifigkeit ergeben sich aus der im gewissen Maße vorgegebenen Ausgestaltung der Lamellenform und der gewünschten Unempfindlichkeit für äußere Einwirkungen wie z. B. einem unbeabsichtigten Anfahren, d. h. dem Elastizitätsmodul des Materials.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Biegesteifigkeit von weniger als  $1500 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  kann daher je nach Torbreite mit verschiedenen Materialien und Geometrien erzielt werden. Hierbei ist auch eine Ausgestaltung der Lamelle aus Aluminium bei entsprechender geometrischer Ausbildung möglich, wobei dieses Material jedoch nachteilig hinsichtlich der im Vergleich zu den Kunststoffen geringeren elastischen Verformbarkeit ist.

Weiter ist zu berücksichtigen, daß die einzelnen Lamellen mittels Gummileisten abwinkelbar miteinander verbunden sind und das Torblatt daher insgesamt stabiler ist, als die Werte der Durchbiegung für die einzelne Lamelle gemäß obiger Tabelle aussagen. Die maximale Durchbiegung des Torblatts, von der man in der Praxis ausgeht, beträgt in der Regel 400 mm und in gewissen Einsatzfällen auch 200 mm im wesentlichen unabhängig von der Torbreite.

Weiter ist von Bedeutung, daß das Elastizitätsmodul eine Funktion der Spannung zur elastischen Dehnung ist und entsprechend nur im elastischen Bereich Aussagekraft aufweist. Da bei Metallen die Spannung an der Elastizitätsgrenze bei wesentlich geringeren Dehnungen erreicht wird, führen Karambolagen etc. schneller zu bleibenden Verformungen an der Lamelle bzw. am Torblatt. Bei der Ausgestaltung der Lamellen ist folglich der Bereich der elastischen Dehnung des jeweiligen Werkstoffs zu berücksichtigen.

Bei einer Ausbildung der Lamellen aus Kunststoff ist es zudem möglich, eine wesentliche Gewichtsreduzierung zu erzielen. Dies hat zur Folge, daß sich auch die Durchbiegung im statischen Falle aufgrund der Streckenlast vermindern läßt. Dieser Fall berechnet sich dabei wie folgt:

$$f = \frac{S * F * l^3}{384 * E * I_y}$$

Darüber hinaus vermindert diese Gewichtsreduzierung auch die Größe der Fliehkräfte im dynamischen Fall, das heißt beim Öffnen und Schließen des Tores.

Die Erfindung läßt neben der hier aufgezeigten Ausführungsform weitere Gestaltungsansätze zu.

So kann jede Lamelle 2 auch transparent ausgebildet werden, wobei eine einwandige Ausgestaltung der Lamelle 2 zu dem vorteilhaft hinsichtlich einer verbesserten Transparenz ist. Ferner können auch nur einzelne Lamellen 2 des Torblatts transparent ausgebildet werden.

In der gezeigten Ausführungsform werden die Lamellen nicht unmittelbar in den Führungen 5 geführt, sondern nur mittels der Laufrollen 4. Insbesondere im Bereich des Vertikalabschnitts 51 ist es jedoch auch möglich, die Lamellen so anzuordnen, daß sie von Führungen umgriffen werden.

Die Erfindung schafft somit ein schnellaufendes Industrietor 1, bei dem die Führungen 5 einen Spiralabschnitt 52 mit einer stetig gebogenen Spiralforn aufweisen. Das Torblatt des Industrietors 1 weist dabei Lamellen 2 auf, die aus einem Material mit einer Biegesteifigkeit kleiner  $1500 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  ausgebildet sind. Erfindungsgemäß hat sich hierbei überraschend gezeigt, daß ein derart relativ biegeweiches Material im Zusammenwirken mit der speziellen Spiralforn des Spiralabschnitts 52 geeignet ist, um besonders hohe Geschwindigkeiten beim Öffnen und Schließen des Industrietores zuzulassen. Aufgrund der biegeweichen Ausgestaltung der Lamellen 2 können zudem Kräfte quer zu Toröffnungsebene elastisch aufgenommen werden, so daß bleibende Verformungen des Torblatts bei einem Anfahren in gewissem Maße vermieden werden.

#### Patentansprüche

1. Schnellaufendes Industrietor (1) mit einem die Toröffnung abdeckenden Torblatt, welches eine Vielzahl von abwinkelbar miteinander verbundenen Lamellen (2; 2') aufweist, die mittels Laufrollen (4) in Führungen (5) geführt sind, wobei die Führungen (5) im Zargenbereich (6) der Toröffnung einen Vertikalabschnitt (51) und im Sturzbe-  
reich der Toröffnung einen Spiralabschnitt (52) aufweisen, und wobei der Spiralabschnitt (52) zur derartigen Auf-  
nahme der Laufrollen (4) des Torblatts in der Offenstellung dient, daß im Spiralabschnitt (52) benachbarte Bereiche  
des Torblatts an den zugehörigen Laufrollen (4) gehalten berührungsfrei im Abstand voneinander vorliegen, **da-  
durch gekennzeichnet**, daß der Spiralabschnitt (52) eine stetig gebogene Spiralforn aufweist, und daß die Lamel-  
len (2; 2') aus einem biegeweichen Material mit einer Biegesteifigkeit kleiner  $1500 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  ausgebildet sind.

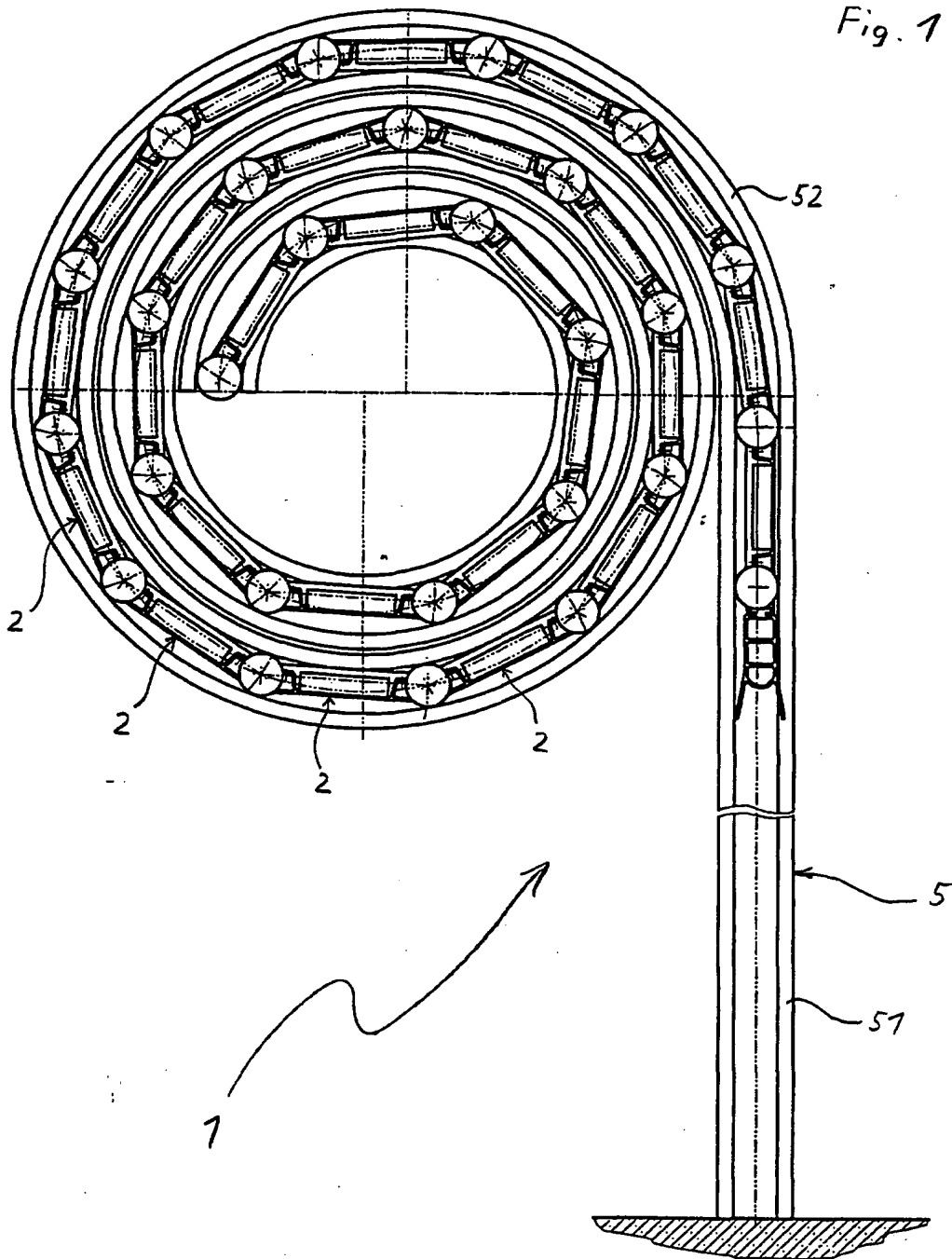
# DE 199 15 376 A 1

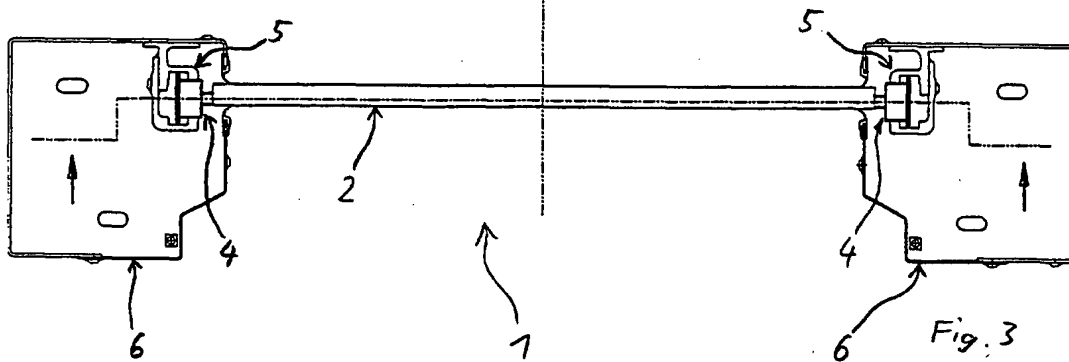
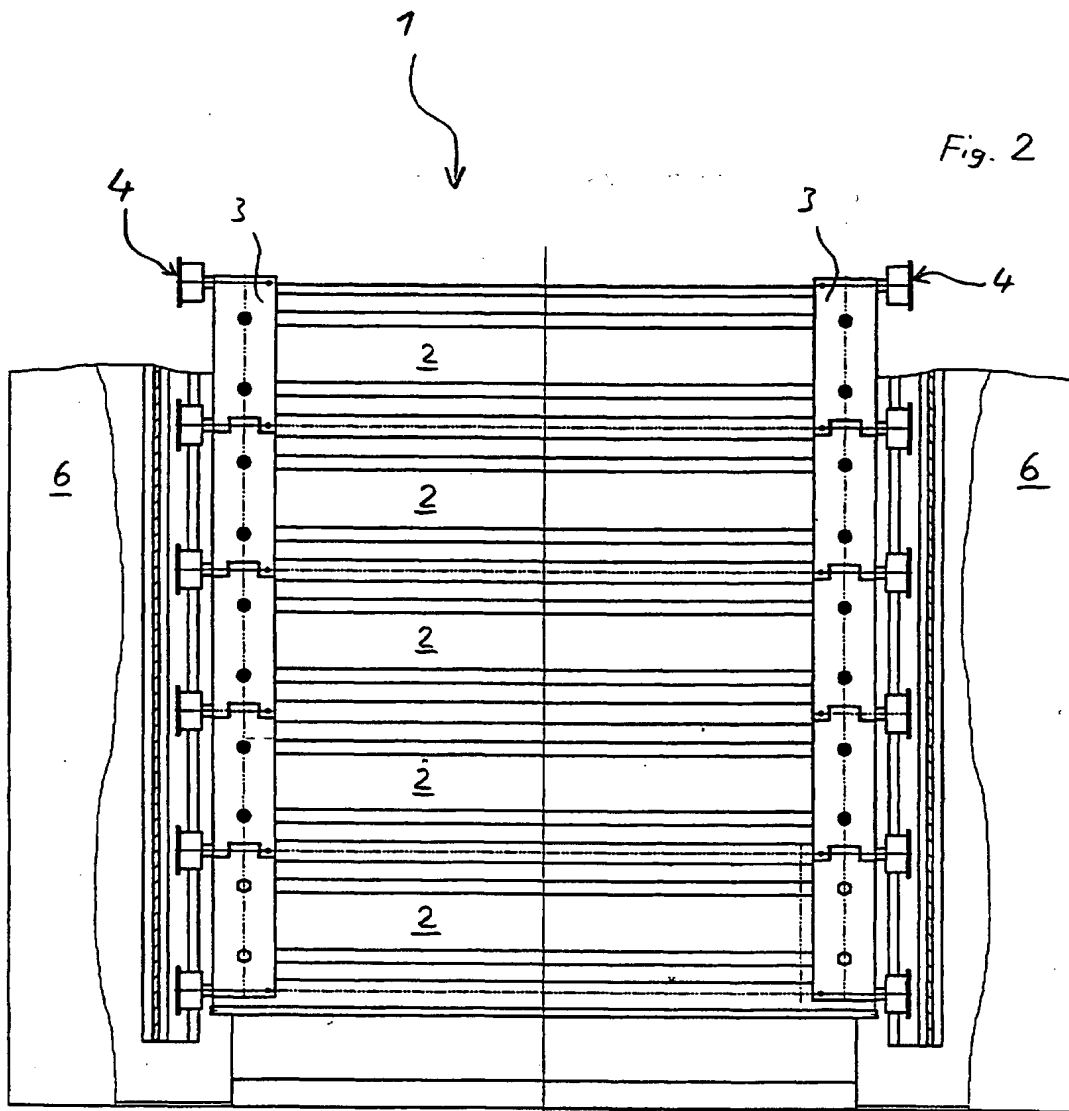
2. Industrietor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (2; 2') aus einem Material mit einer Biegesteifigkeit kleiner  $1000 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  ausgebildet sind.
3. Industrietor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (2; 2') aus einem Material mit einer Biegesteifigkeit kleiner  $500 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  und vorzugsweise kleiner  $200 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  ausgebildet sind.
4. Industrietor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (2; 2') aus einem Material mit einem Elastizitätsmodul von weniger als  $40000 \text{ N/mm}^2$  und insbesondere von weniger als  $10000 \text{ N/mm}^2$  ausgebildet sind.
5. Industrietor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (2; 2') aus einem Material mit einer Dichte von gleich oder weniger als  $2 \text{ g/cm}^3$  ausgebildet sind.
6. Industrietor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (2; 2') aus Kunststoff ausgebildet sind.
7. Industrietor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (2; 2') aus PMMA, PVC oder einer Kombination aus beiden ausgebildet sind.
8. Industrietor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einige der Lamellen (2; 2') einwandig ausgebildet sind.
9. Industrietor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einige der Lamellen (2; 2') transparent ausgebildet sind.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen



Fig. 1





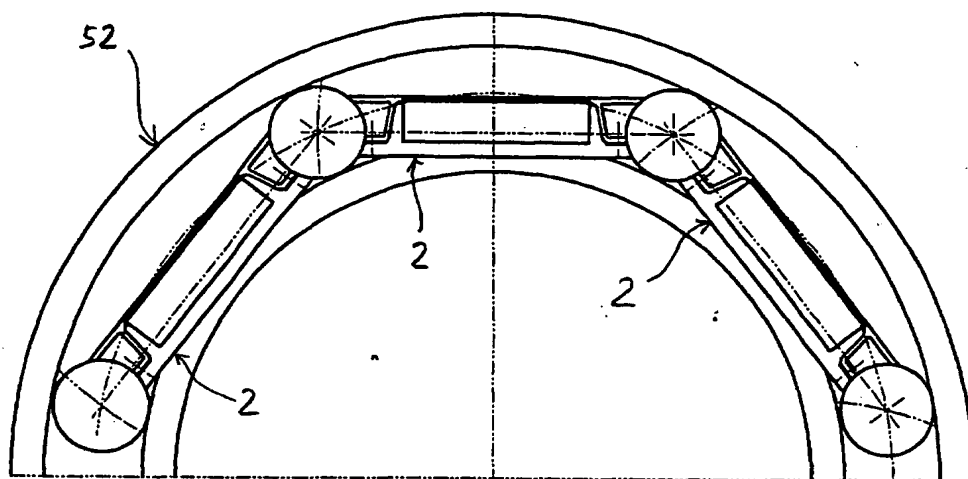
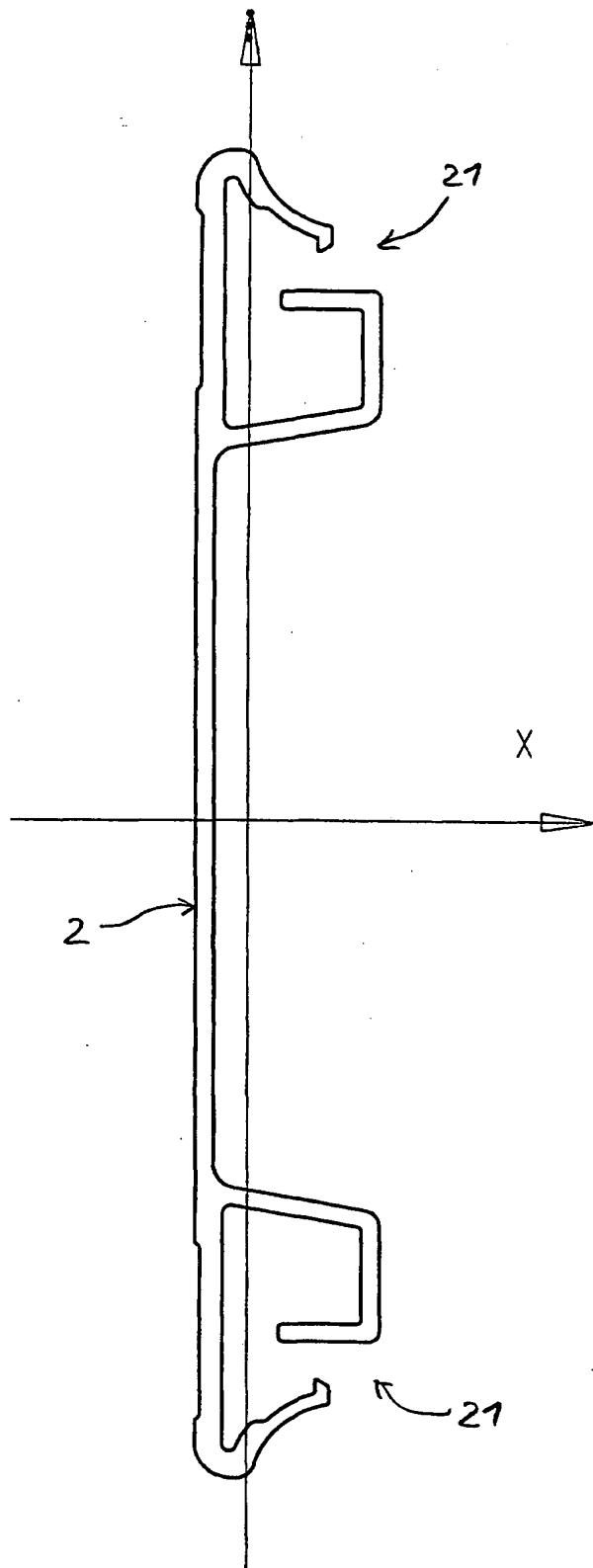


Fig. 4



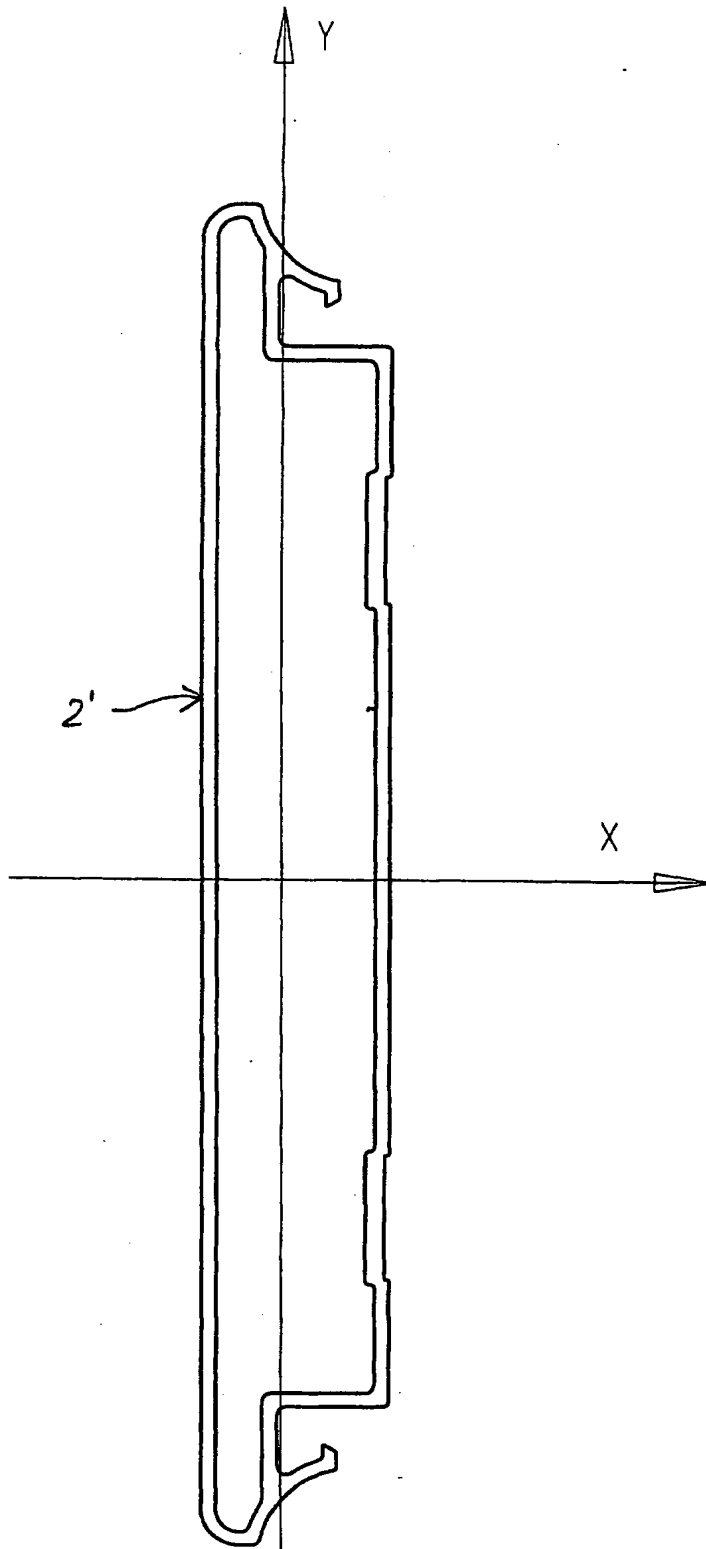
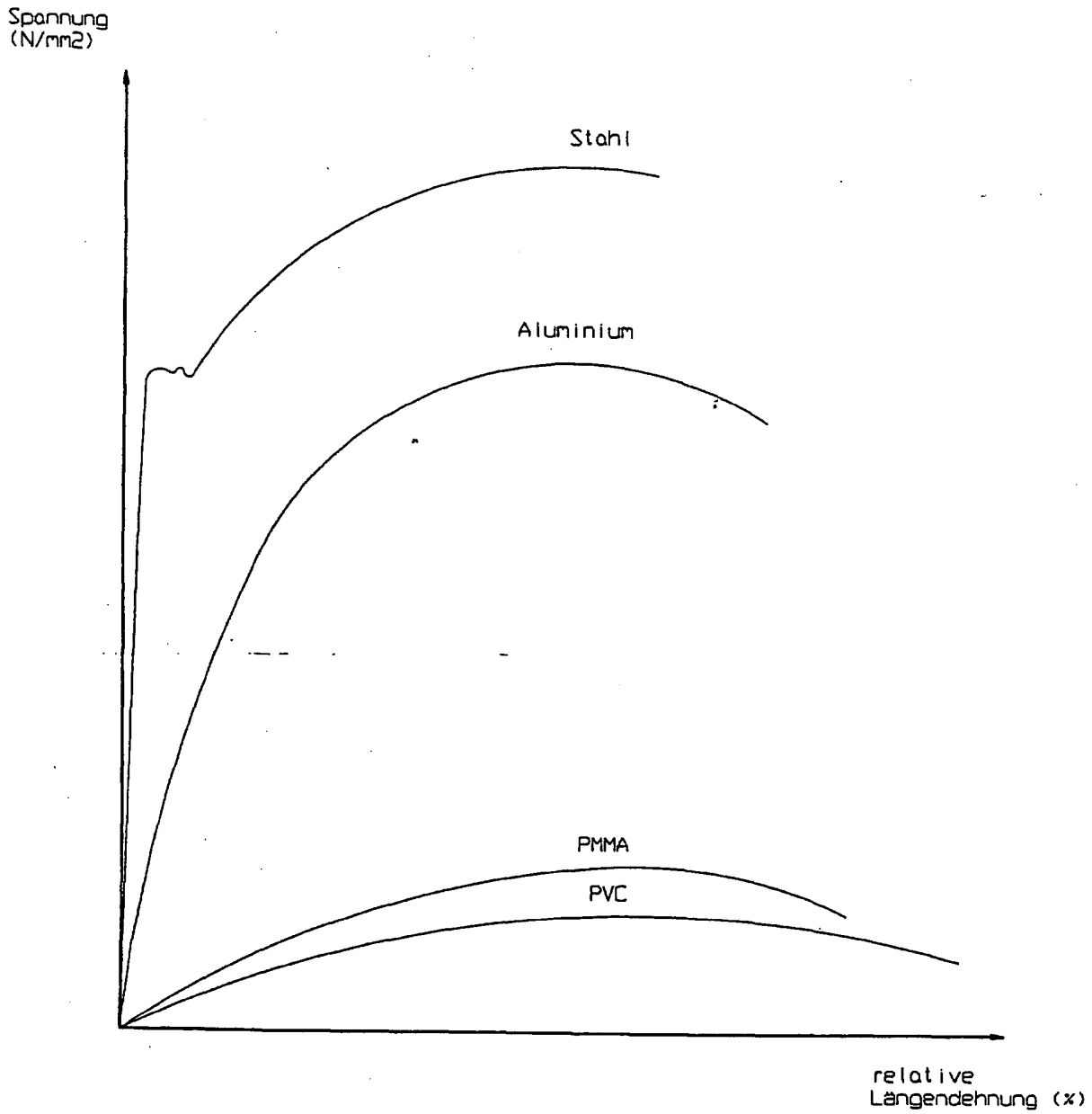


Fig. 6

Fig. 7



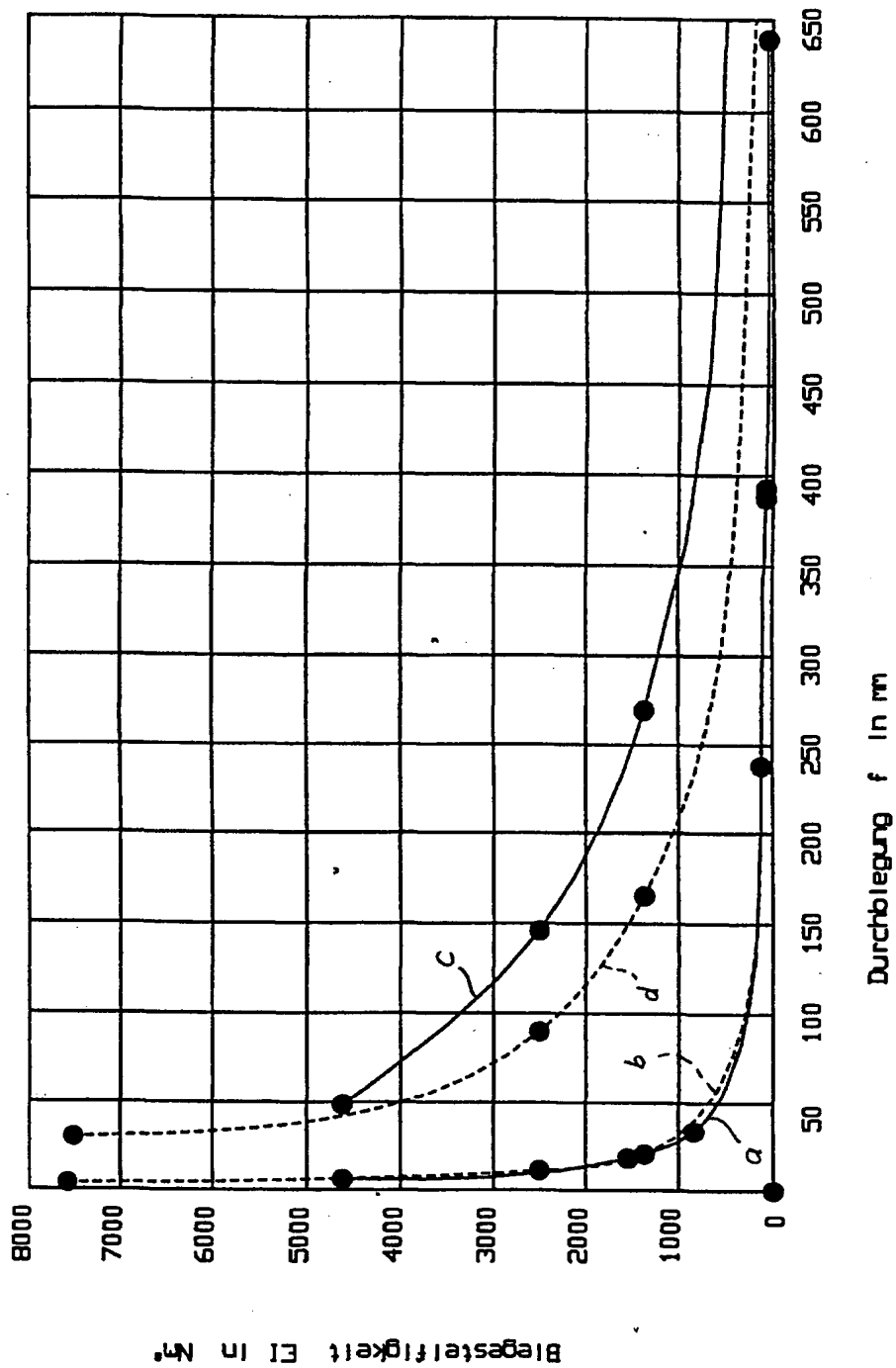


Fig. 8

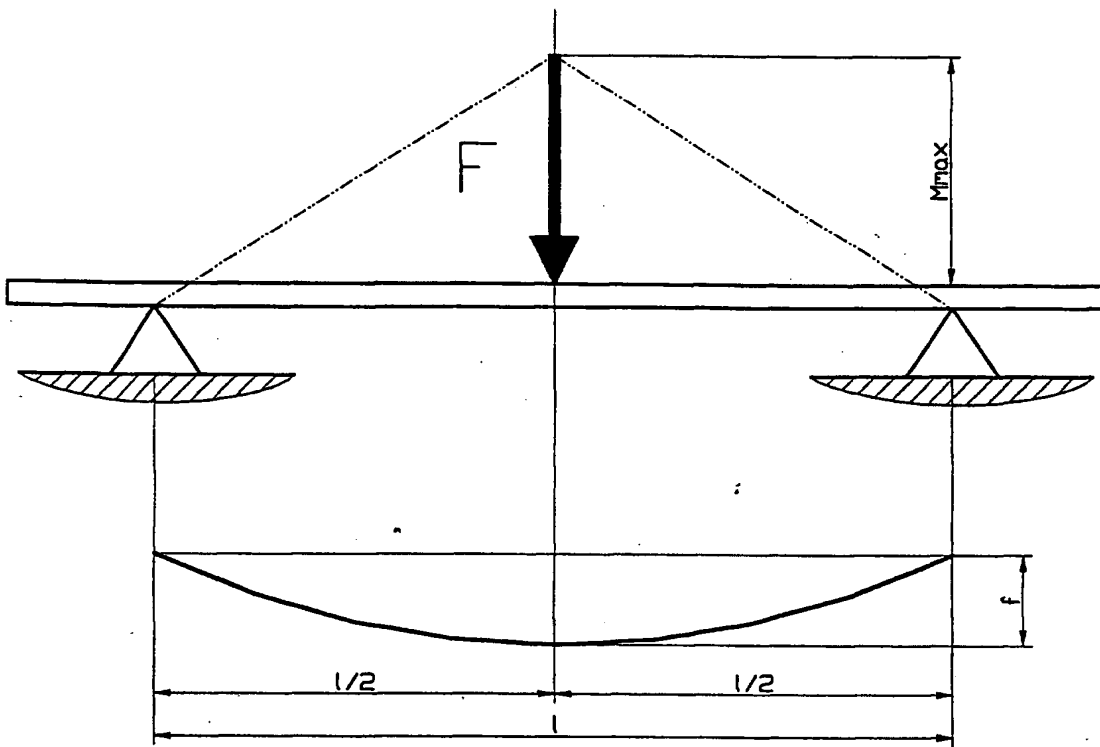


Fig. 9